

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-350573

(P2000-350573A)

(43) 公開日 平成12年12月19日 (2000. 12. 19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 1 2 M 1/42

識別記号

F I

C 1 2 M 1/42

サーチワード (参考)

4 B 0 2 9

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-163518

(22) 出願日

平成11年6月10日 (1999. 6. 10)

(71) 出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 富岡 敏一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100072431

弁理士 石井 和郎

Fターム (参考) 4B029 AA07 AA27 BB01 CC01 FA11

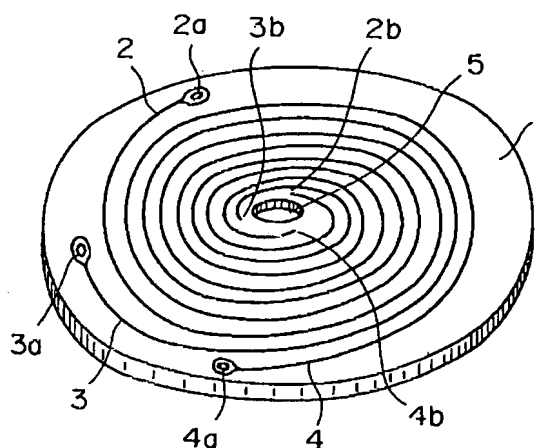
FA15

(54) 【発明の名称】 微生物濃度濃縮装置

(57) 【要約】

【課題】 定量性が良く、微生物の増殖時間に比べて短時間に、簡単な作業で安価に微生物濃度を濃縮する技術を提供する。

【解決手段】 検体菌液に接する少なくとも3本以上の電極に、電気分解以下の電圧を順次一定の方向に走引印加することを特徴とする微生物濃度濃縮装置。



(2) 000-350573 (P2000-350573A)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 検体菌液に接する少なくとも $n$  ( $n \geq 3$ ) 個の電極、前記電極を配置した基材、および前記検体菌液が電気分解しない範囲の電圧を前記各電極に順次一定の方向に掃引印加する回路を具備し、前記検体菌液中の微生物を電気泳動により移動させ、微生物濃度の高い検体菌液とする微生物濃度濃縮装置。

【請求項2】 前記電極が渦巻き型電極であり、かつ前記基材が平面状基材であり、前記電極の外側の端部から内側の端部までが互いに重ならず同じ中心点に向かうように、前記電極を前記平面部分上に配置した請求項1記載の微生物濃度濃縮装置。

【請求項3】 前記電極がらせん型電極であり、かつ前記基材が柱状基材であり、前記電極の上側の端部から下側の端部までが互いに重ならないように、前記電極を前記柱状部分の側面に配置した請求項1記載の微生物濃度濃縮装置。

【請求項4】 前記電極がシート状多孔質電極であり、かつ前記基材がシート状多孔質スペーサであり、各積層体の電極端部が重ならず前記電極およびスペーサの順になるように、前記電極とスペーサとの積層体を $n$  ( $n \geq 3$ ) 個積層し、捲回してなる請求項1記載の微生物濃度濃縮装置。

【請求項5】 前記回路が、前記 $n$ 個の電極の第1の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加し、第2の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加すると同時に前記第1の電極に微生物泳動に対し負電圧を印加し、……第 $n$ の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加すると同時に第 $(n-1)$ の電極に微生物泳動に対し負電圧を印加し、さらに前記第1の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加すると同時に第 $n-2$ の電極に微生物泳動に対し負電圧を印加する掃引印加を行い、微生物を第1の電極から第 $n$ の電極に向けて泳動させる請求項1記載の微生物濃度濃縮装置。

【請求項6】 前記回路が、泳動する微生物距離に換算して $100 \mu\text{m}/\text{sec}$ 以下の速度で、前記電極に電圧を掃引印加する請求項1または7記載の微生物濃度濃縮装置。

【請求項7】 前記電極を配置した基材を複数個有する請求項1～6のいずれかに記載の微生物濃度濃縮装置。

【請求項8】 前記各電極が対電極を構成する請求項1～6のいずれかに記載の微生物濃度濃縮装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、微生物センサーなどの使用の前段階において用いる微生物濃縮装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、微生物の検出に関して多くの改良がなされてきた。その最大の改良は検出感度の向上

である。しかし、微生物による人への被害が認められる濃度と検出感度の間にはまだ開きがあり、検出感度のさらなる向上が求められている。そこで、例えば検体溶液中の微生物濃度を濃縮することによって検出感度を向上させる方法が検討されてきた。このような方法のなかで最も広く行われる方法は、汙過と再分散により微生物濃度を濃縮する方法である。しかし、汙材に吸着されて再分散時に再抽出されない微生物があり、このような微生物を定量化しにくいという問題があった。また、前記技術分野においては、定量性が良く、微生物の増殖時間に比べて短時間に、簡単な作業で安価に微生物濃度を濃縮する技術が望まれていた。さらに、濃縮の際に使用した材料などの廃棄処理に関しても、安価かつ容易で、廃棄時に環境を汚染しにくい材料が望まれていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 したがって、本発明の目的は、簡素な構成を有し、検体菌液中の微生物濃度を濃縮することのできる微生物濃度濃縮装置を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、検体菌液に接する少なくとも $n$  ( $n \geq 3$ ) 個の電極、前記電極を配置した基材、および前記検体菌液が電気分解しない範囲の電圧を前記各電極に順次掃引印加する回路を具備し、前記検体菌液中の微生物を電気泳動により一定の方向に移動させ、微生物濃度の高い検体菌液とする微生物濃度濃縮装置に関する。この場合、前記電極が渦巻き型電極であり、かつ前記基材が平面状基材であり、前記電極の外側の端部から内側の端部までが互いに重ならず同じ中心点に向かうように、前記電極を前記平面部分上に配置してなるのが好ましい。また、前記電極がらせん型電極であり、かつ前記基材が柱状基材であり、前記電極の上側の端部から下側の端部までが互いに重ならないように、前記電極を前記柱状部分の側面に配置してもよい。また、前記電極がシート状多孔質電極であり、かつ前記基材がシート状多孔質スペーサであり、各積層体の電極端部が重ならず前記電極およびスペーサの順になるように、前記電極とスペーサとの積層体を $n$  ( $n \geq 3$ ) 個積層し、捲回して構成してもよい。

【0005】 前記回路は、前記 $n$ 個の電極の第1の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加し、第2の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加すると同時に前記第1の電極に微生物泳動に対し負電圧を印加し、……第 $n$ の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加すると同時に第 $(n-1)$ の電極に微生物泳動に対し負電圧を印加し、さらに前記第1の電極に微生物泳動に対し正電圧を印加すると同時に第 $n-2$ の電極に微生物泳動に対し負電圧を印加する掃引印加を行い、微生物を第1の電極から第 $n$ の電極に向けて泳動させるのが好ましい。また、前記回路が、泳動する微生物距離に換算して $100 \mu\text{m}$

(3) 000-350573 (P2000-350573A)

／sec以下の速度で、前記電極に電圧を掃引印加するのが好ましい。また、前記電極を配置した基材を複数個有するのが好ましい。また、前記各電極が対電極を構成していてもよい。

【0006】

【発明の実施の形態】本発明の微生物濃度濃縮装置は、検体菌液に接する少なくとも $n$  ( $n \geq 3$ ) 個の電極、前記電極を配置した基材、および前記検体菌液が電気分解しない範囲の電圧を前記各電極に順次一定の方向に掃引印加する回路を具備し、前記検体菌液中の微生物を前記基材上を移動させ、微生物濃度の高い検体菌液を得ることができるものである。この微生物濃度濃縮装置は、検体菌液中の微生物の濃度を検出するために用いられるものであり、微生物濃度測定システムの一部に用いられる。ここで、図1に、本発明の微生物濃度濃縮装置の構成を概念的に示す模式図を示す。図1に示すように、本発明の微生物濃度濃縮装置は、検体溶液部、濃縮検体溶液部および微生物濃度濃縮部の溶液系、ならびに微生物濃度濃縮部の電極に電圧を掃引印加する回路部からなる。

【0007】電極の数としては3つ以上であれば特に制限はないが、以下に、電極の数が3個の場合に代表させて、本発明の微生物濃度濃縮装置の動作原理について説明する。まず、前記のような構成にしたがって配置された電極に、検体菌液が電気分解しない程度の電圧を印加する。この電気分解しない程度の電圧は、電極と検体を含む溶媒または培地との間で決定される。このような電圧をかけることにより、検体菌液を電気分解により劣化させることなく、負の電荷を帯びた微生物を電気泳動により移動させることができる。すなわち、電極の一方を負、他方を正とすることにより、負の部分から正の部分に向けて微生物を泳動させることができるのである。その結果として微生物濃度が濃縮された検体菌液を得ることができるのである。

【0008】各電極への電圧の印加の方法についてさらに詳しく説明する。電圧の印加は、各電極に沿って微生物を一定の方向に泳動させるために、一定のインターバルをおいて順に行うのが好ましい。したがって、パルス状の電位をかけるのが好ましい。図2は、本発明の微生物濃度濃縮装置において、回路が各電極に電圧を掃引印加する方法を示す図である。電極は、微生物を泳動させる方向にそれぞれ順に第1の電極、第2の電極、第3の電極とし、第1の電極、第2の電極、第3の電極の順に印加し、その後再び第1の電極に電圧を印加し、順次第2の電極、第3の電極と繰り返されるものである。ひとつの電極に印加してからつぎの電極に印加するまでの時間、すなわち掃引速度は、電極の間隔、電極の太さなどにより異なるが、実質的には泳動する微生物の速度より低くする必要がある。本発明者は、実験の結果、本発明の微生物濃縮装置において泳動される微生物の速さは1

00 $\mu\text{m}$ ／sec以下であることから、印加掃引速度を実質的に100 $\mu\text{m}$ ／sec以下とすることにより、目的とする微生物を回収率良く泳動させることができることを見出した。

【0009】また、濃縮の対象である微生物は、電圧をかけると電気泳動により移動し得るものである。例えば大腸菌、黄色ブドウ球菌などがあげられる。さらに、電極を構成する材料としては、従来から用いられるものであってよく、例えばアルミ箔、銅箔、銅メッシュ、スポンジメタル、炭素繊維、カーボンメッシュなどがあげられる。また、基材を構成する材料としては、例えばガラス板、ガラス製マット、ポリプロピレン不織布、ポリエステル不織布などの絶縁性材料を用いることができる。以下に、実施の形態を用いて本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらのみに限定されるものではない。

【0010】《実施の形態1》図3は、渦巻き型電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。ここでは、3つの電極を用いている。この実施の形態においては、前記電極が渦巻き型電極であり、かつ前記基材が平面状基材である。そして、前記電極の外側の端部から内側の端部までが互いに重ならず同じ中心に向かうように、前記電極が前記平面状基材上に配置されている。図3に示すように、例えばガラス板などの絶縁性材料からなる基材1に、渦巻き型の電極2、3および4が配置されている。この基材は、微生物が通過できる多孔質材料で構成されていてもよい。また、渦巻き型電極が配置され得る平面部分を有していればよく、その形状としては、円形状であっても方形形状であっても構わない。各電極の外側の端部2a、3aおよび4aから内側の端部2b、3bおよび4bまで、互いに重ならないように配置されている。すなわち、各電極は、基材1の外周の一端に電極取り出し口となる端部2a、3aおよび4aが設けられた構造で、互いに接触することなく配置されている。そして、各電極は同じ中心（ここでは微生物出口5）に向かっている。

【0011】なお、電極は、同一平面上になくても対極する位置に立体的に配置することも可能である。例えば、平面状基材上の渦巻き型電極が空間を挟んで互に向き合うように、前記渦巻き型電極を設けた平面状基材を2枚配置し、その空間において検体菌液の微生物濃度を濃縮させることもできる。すなわち、前記電極は対電極を構成していてもよい。

【0012】この微生物濃度濃縮装置の動作原理は、前述のとおりであり、各電極に順に電圧を印加する前記掃引速度を制御することにより、渦巻き型電極の外周部分から渦巻き型電極の中心へ微生物を移動させることができる。これにより、検体菌液中の微生物のみを微生物出口5に移動させることができ、その結果として微生物濃度が濃縮された検体菌液を得ることができるのである。

(4) 000-350573 (P2000-350573A)

る。なお、渦巻き型電極の中心部に、微生物出口5を設けることで、渦巻き型電極の外周と内周の比、すなわち外周および内周の直径の比に等しい濃縮率が理論上得られる。

【0013】また、本発明者は、鋭意検討の結果、この実施の形態1に示す微生物濃度濃縮装置は、例えば以下の条件で作動させるのが好ましいことを見出した。

印加電圧	0.7V/電極間
電極間距離	86 $\mu$ m (最大100 $\mu$ m)
菌移動距離	20 $\mu$ m/sec
菌移動方向	陽極の方向(電圧印加時)
電極材料	アルミ箔、銅箔
基材	ガラス板

【0014】さらに優れた微生物濃縮効果を得るため、図4に示すような実施の形態も考えられる。図4は、図3に示す渦巻き型電極を配置した平面上基材を複数個積層してなる本発明の微生物濃度濃縮装置の一部切り欠き概略斜視図である。図4に示す実施の形態においては、図3に示す渦巻き型電極を配置した平面状基材を複数個積層し、中心の微生物出口5に電極となる中空芯材5'を設けたものである。そして、外周を筒体6で覆う。そして、この中空芯材5'に溝または孔(図示せず。)などを設けて、電気泳動により移動した微生物を、例えば芯材5'の下部に設けた容器(図示せず。)に回収してもよい。また、検体菌液を導入するために、例えば筒体6のさらに外側に鞘状体を設置し、筒体6に内部に通ずる孔などを設け、検体菌液導入部を構成してもよい。筒体6と分離した検体菌液導入装置を別途設けてもよい。なお、この場合、微生物の集まる中空芯材5'が正の電荷を帯び、筒体6が負の電荷を帯びるようにすればよい。このような態様によれば、前述した微生物濃度測定システムにおいて、本発明の微生物濃度濃縮装置の効果をさらに向上させることができる。

【0015】《実施の形態2》図5は、らせん型電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。この実施の形態にかかる微生物濃度濃縮装置は、前記電極がらせん型電極であり、かつ前記基材が柱状基材であり、前記電極の上側の端部から下側の端部までが互いに重ならないように、前記電極を前記柱状部分の側面に配置したものである。図5に示すように、3本のらせん型電極8、9および10を、上側の端部8a、9aおよび10aから下側の端部(図示せず。)に向かって、互いに重なることなく、円柱状の基材7の側面に配置されている。ここでは、柱状の基材として、円柱状の基材7を示したが、例えば角柱状および円柱状などの基材であってもよい。また、中空であってもよい。基材を構成する材料としては、前述の実施の形態1で示したものと同一でよい。例えば、基材の内面を微生物が通過できるように、前記基材を多孔質材料で構成し、中空としてもよい。

【0016】なお、らせん型電極は、同一平面上になくても同心円上に立体的に配置することも可能である。例えば、径の異なる2つの中空円柱を基材として用い、小さい径の円柱状基材Aの外側面にらせん型電極を設ける。大きい径の円柱状基材Bには、その内側面にらせん型電極を設ける。そして、円柱状基材Aを円柱状基材Bの内部に設置して2つの基材のあいだに空間を形成し、この空間において検体菌液の微生物濃度の濃縮を行うことができる。このように、前記電極は対電極を構成していてもよい。

【0017】この微生物濃度濃縮装置においては、前述のように、電圧を印加する前記掃引速度を適宜制御することにより、柱状基材の一端から他端まで、らせん型電極に沿って微生物を移動させることができる。また、柱状基材の一端に検体菌液導入部(図示せず。)を設け、また他端に微生物出口(図示せず。)を設けることで、効率のよい微生物濃縮を達成することができる。さらに、具体的な作動条件については、前記実施の形態1と同じでよい。

【0018】《実施の形態3》図6は、シート状多孔質電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。この実施の形態にかかる微生物濃度濃縮装置は、前記電極がシート状多孔質電極であり、かつ前記基材がシート状多孔質スペーサであり、各積層体の電極端部が重ならず前記電極およびスペーサの順になるように、前記電極とスペーサとの積層体をn( $n \geq 3$ )個積層し、捲回してなるものである。シート状多孔質電極11、12および13はそれぞれ微生物が透過できる孔を多数有するものであり、電極間に設けられた微生物透過可能なシート状多孔質スペーサ14、15および16とともに積層、捲回された構造を有する。すなわち、各電極11、12および13は互いに接触することなく、外周の一端に電極取り出し口11a、12aおよび13aが設けられている。

【0019】この実施の形態にかかる微生物濃度濃縮装置の動作原理は、前述のとおりであり、前記電極に電圧を印加する前記掃引速度を適宜制御することにより、渦巻き状に現れているシート状電極の外周部分から中心部分へ微生物を移動させることができる。この場合、渦巻きの中心部分に、例えば微生物出口となる筒材(図示せず。)を設けることで、渦巻き外周と渦巻き内周の比、すなわち外周および内周の直径の比に等しい濃縮率が理論上得られる。なお、この場合の、電極であるシート状多孔質電極を構成する材料としては、例えば銅メッシュ、スポンジメタル、カーボンメッシュなどがあげられる。また、基材であるシート状多孔質スペーサを構成する材料としては、例えばポリプロピレン不織布およびポリエステル不織布などがあげられる。

【0020】《実施の形態4》上記実施の形態3に示した電極を配置した基材を複数作製し、それぞれの電極に

(5) 000-350573 (P2000-350573A)

設けた取り出し部11a、12aおよび13aを連結させ、電極を配置した基材を複数連結してなる微生物濃度濃縮装置とすることもできる。このような構造を採用することによって、処理量を増加させることが可能であり、検体菌液における微生物濃度の濃縮効果をさらに向上させることができる。

【0021】

【発明の効果】本発明の微生物濃度濃縮装置によれば、微生物を含む検体菌液の汙過と再抽出により微生物濃度の濃縮を行っていた方法に比べ、少ない工程数で、簡易かつ短時間に、定量性よく安定して検体菌液中の微生物濃度の濃縮を行うことができる。また、本発明の微生物濃度濃縮装置は、その構成材料を適宜選択することにより、使い捨て型および連続使用型のいずれにもすることができ、用途も広い。さらに、例えば浄水管用および食品工業用の除菌装置としても利用できるという効果も併せもつ。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の微生物濃度濃縮装置の構成を示す模式図である。

【図2】本発明の微生物濃度濃縮装置において、回路が

各電極に電圧を掃引印加する方法を示す図である。

【図3】渦巻き型電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。

【図4】図3に示す渦巻き型電極を配置した平面状基材を複数個積層してなる本発明の微生物濃度濃縮装置の一部切り欠き概略斜視図である。

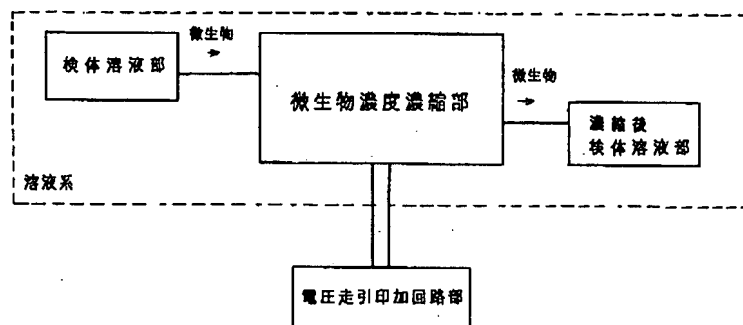
【図5】らせん型電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。

【図6】シート状多孔質電極を用いた本発明の微生物濃度濃縮装置の要部の構成を示す概略斜視図である。

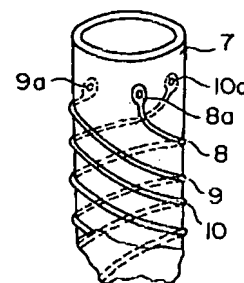
【符号の説明】

- |          |             |
|----------|-------------|
| 1        | 平面状基材       |
| 2、3、4    | 渦巻き型電極      |
| 5        | 微生物出口       |
| 6        | 筒体          |
| 7        | 柱状基材        |
| 8、9、10   | らせん型電極      |
| 11、12、13 | シート状多孔質電極   |
| 14、15、16 | シート状多孔質スペーサ |

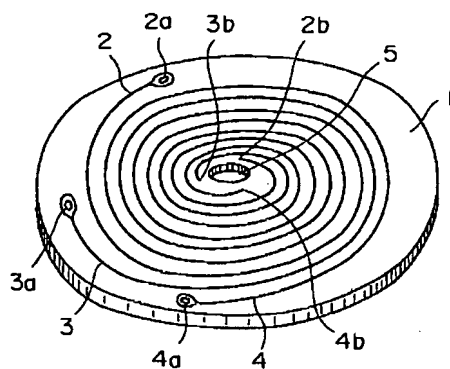
【図1】



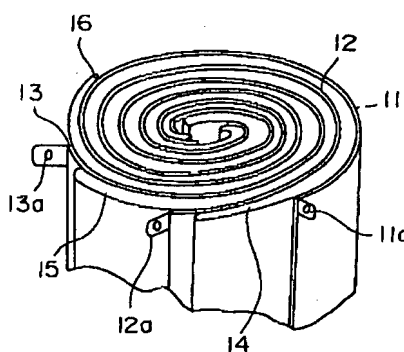
【図5】



【図3】

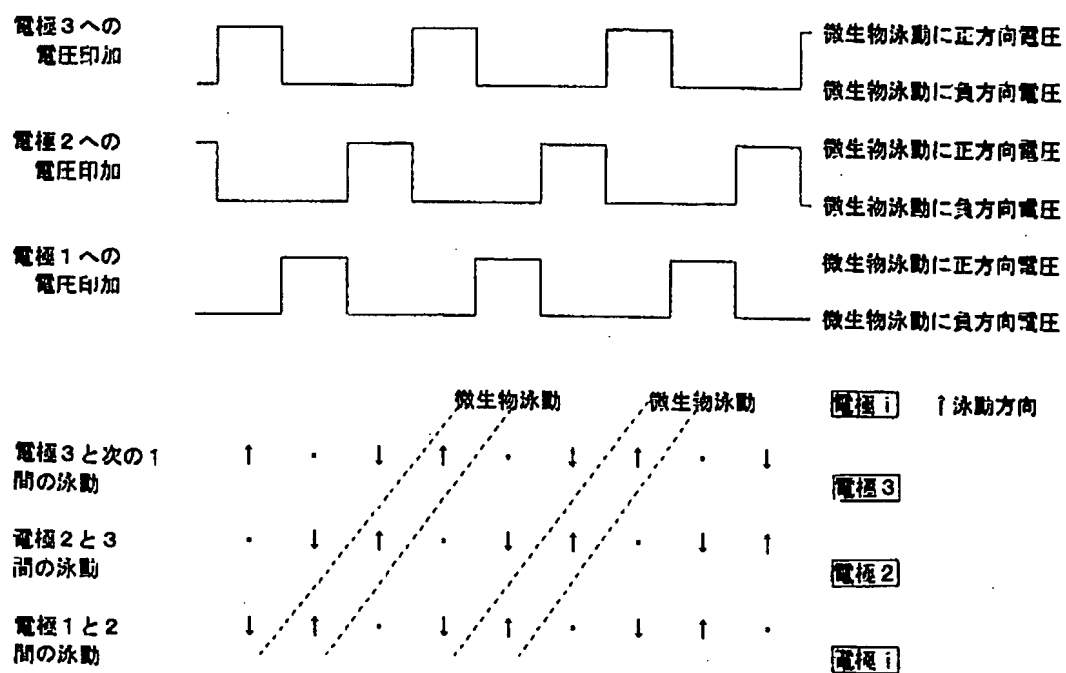


【図6】



(6) 000-350573 (P2000-350573A)

【図2】



【図4】

